



ARTICLE

Perbandingan Kemampuan Koagulasi Empat Macam Biji Polong-Polongan (Famili Fabaceae)

Wida Silfia, Lida Amalia,* and Chevi Ardiana

Program Studi Pendidikan Biologi, Institut Pendidikan Indonesia, Fakultas Ilmu Terapan dan Sains, Indonesia

*Corresponding author. Email: lidaamalia@institutpendidikan.ac.id

(Received 8 December 2022; revised 18 January 2023; accepted 23 January 2023; published 31 January 2023)

Abstrak

Banyak sumber air yang tingkat kekeruhannya melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan, sehingga memerlukan usaha penjernihan. Salah satu usaha yang dilakukan adalah dengan cara koagulasi menggunakan koagulan alami dari biji polong-polongan. Oleh karena itu dilakukan penelitian tentang kemampuan koagulasi empat macam biji polong-polongan, yaitu biji kelor (*Moringa oleifera*), biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.), biji kacang babi (*Vicia faba*), dan biji kacang merah (*Phaseolus vulgaris*). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui: 1) kemampuan koagulasi dari empat macam biji polong-polongan (Famili Fabaceae), 2) perbedaan kemampuan koagulasi dari empat macam biji polong-polongan (Famili Fabaceae), dan 3) kemampuan koagulasi yang lebih efektif dan efisien dari empat macam biji polong-polongan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menggunakan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan melakukan pengukuran terhadap kadar kekeruhan, DO, pH, suhu, dan waktu penggumpalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan koagulasi dari empat macam biji polong-polongan (Famili Fabaceae). Biji kacang babi tidak mempunyai kemampuan koagulasi dalam proses menjernihkan air. Biji kelor mempunyai kemampuan paling efektif dan efisien dalam proses penjernihan air dengan rata-rata penurunan kekeruhan sebesar 90,75%, penambahan oksigen terlarut 16,47, suhu 24,6 °C, pH 6,06 dan waktu penggumpalan selama 106 menit

Kata Kunci: Famili Fabaceae; Kekeruhan; Koagulasi

1. Pendahuluan

Air merupakan senyawa paling penting yang digunakan untuk keperluan minum, memasak, mencuci, mandi, industri, pertanian, peternakan, transportasi, dan masih banyak lagi kegiatan yang membutuhkan air. Volume air di dunia hampir 70%, terdiri dari air mengalir (sungai) dan air diam (lautan, samudera, danau, dan kolam). Pengadaan air bersih di Indonesia masih berpusat di daerah perkotaan yang dikelola oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). Namun di beberapa tempat, air yang digunakan masyarakat tidak memenuhi syarat sebagai air minum yang sehat. Bahkan ada yang tidak layak untuk diminum, karena keruh yang bercampur lumpur atau mengandung logam yang tinggi.

Usaha untuk menjernihkan air, umumnya dilakukan masyarakat dengan menggunakan tawas sebagai koagulan. Namun tawas yang merupakan koagulan terbuat dari bahan kimia, mengandung unsur logam yang dapat memberikan efek samping dalam jangka panjang jika digunakan secara terus menerus. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan upaya penggunaan bahan koagulan yang bersifat alami sebagai pengganti tawas misalnya dari bahan tumbuhan. Seperti yang diketahui, biji polong-polongan (Famili Fabaceae) memiliki kadar protein tinggi. Kadar protein tinggi ini dapat menjadi potensi, terutama yang kaya akan asam amino kationik penyusun rantai protein, sehingga dapat dijadikan sebagai bahan koagulan alami. Berdasarkan beberapa penelitian, telah dikenal biji kelor (*Moringa oleifera*) sebagai koagulan alami pengganti tawas yang mengandung protein polikationik dan tanin di dalamnya Ariati 2017.

Berdasarkan latar belakang di atas, dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui:

1. Kemampuan koagulasi dari empat macam biji polong-polongan (Famili Fabaceae).
2. Perbedaan kemampuan koagulasi dari empat macam biji polong-polongan (Famili Fabaceae).
3. Kemampuan koagulasi yang lebih efektif dan efisien dari empat macam biji polong-polongan (Famili Fabaceae).

2. Kajian Pustaka

2.1 Koagulasi

Koagulasi didefinisikan sebagai proses destabilisasi partikel koloid dan partikel tersuspensi termasuk bakteri dan virus melalui penetralan muatan elektriknya untuk mengurangi gaya tolak menolak antarpartikel sehingga partikel-partikel tersebut dapat saling bergabung (Ariati dan Ratnayani, 2017). Koagulasi flokulasi adalah salah satu proses kimia yang digunakan untuk menghilangkan bahan cemaran yang tersuspensi atau dalam bentuk koloid yang tidak dapat mengendap sendiri.

Tahap proses koagulasi yang sangat penting yaitu proses pengadukan yang bertujuan untuk mempercepat penyebaran zat kimia melalui air yang akan diolah. Koagulan yang umum digunakan adalah aluminium sulfat (tawas), dan PAC (Poly Aluminium Chloride). Sugihartono menyatakan bahwa proses koagulasi berfungsi untuk menetralkan atau mengurangi muatan negatif pada partikel sehingga terjadi gaya tarik van der Waals dan mendorong terjadinya agregasi koloid serta zat-zat tersuspensi halus untuk membentuk microfloc Sugihartono 2014.

Menurut Risdianto, terdapat tiga faktor yang saling berkaitan sebagai penentu keberhasilan suatu proses koagulasi yaitu jenis koagulan, pengadukan, dan dosis yang digunakan Risdianto 2007. Sugihartono (2014), menambahkan flokulasi merupakan proses berkumpulnya partikel-partikel flok mikro membentuk aglomerasi melalui proses pengadukan. Flokulan terdiri dari berbagai berat molekul polimer bersifat anionik, kationik, dan nonanionik yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi operasi pengendapan, penjernihan, penyaringan, dan sentrifugasi.

2.2 Famili Fabaceae

Biji polong-polongan (famili Fabaceae) memiliki kadar protein tinggi. Kadar protein tinggi ini dapat menjadi potensi, terutama yang kaya akan asam amino kationik penyusun rantai protein sehingga dapat dijadikan sebagai bahan koagulan alami. Dari 20 jenis asam amino penyusun protein terdapat tiga jenis asam amino yang merupakan kationik yaitu lisin, arginin, dan histidin. Asam amino kationik merupakan asam amino dengan rantai samping yang mengandung gugus amina bermuatan positif (Lehninger, 1990).

Menurut Rao (2005, dalam Rosyidah, 2008) tannin, minyak esensial, air getah atau bahan perekat yang dikandung dalam tanaman merupakan zat aktif yang menyebabkan proses koagulasi. Polimer alami seperti pati, getah, perekat, alginat, dan lain sebagainya berfungsi sebagai flokulan.

Tanin terdapat luas dalam tumbuhan berpembuluh, dalam Angiospermae terdapat khusus dalam jaringan kayu. Tanin dapat bereaksi dengan protein membentuk kopolimer yang tak larut dalam

air. Secara kimia terdapat dua jenis utama tanin yang tersebar tidak merata dalam dunia tumbuhan. Tanin terkondensasi terdapat di dalam paku-pakuan dan Gymnospermae, serta tersebar luas dalam Angiospermae terutama jenis tumbuhan berkayu. Tanin yang terhidrolisisakan penyebarannya terbatas pada tumbuhan berkeping dua (Harborne, 1996).

Biji kelor (*Moringa oleifera*) mengandung zat aktif rhamnosylaxy-benzil-isothiocyante yang mampu mengadsorpsi dan menetralsisir partikel-partikel lumpur serta logam yang terkandung dalam limbah tersuspensi dengan partikel kotoran yang melayang dalam air. Biji kelor dapat menurunkan kadar ion Fe^{2+} , Cu^{2+} , dan Mn^{2+} serta menjernihkan kekeruhan air Damayati, Susilawaty, and Indriani 2016.

Kacang babi (*Vicia faba*) dikenal memiliki kandungan protein yang cukup tinggi berkisar 20-25% dan beragam jenis asam amino dengan kadar yang cukup tinggi, dalam 100 gram terdapat 26,2 gram protein Purnamasari, Iryani, and Aminingsih 2016. Protein yang merupakan penyusun dari kacang babi berfungsi sebagai polielektrolit kationik alami dan menunjukkan hasil positif (Sutherland et al., 1990 dalam Purnamasari dkk., 2011). Protein ini yang memberikan potensi dapat menggantikan fungsi dari PAC (Poly Aluminium Chloride) yang berfungsi sebagai polielektrolit kationik alami dan menunjukkan hasil koagulasi positif. Penggunaan konsentrasi yang tepat memperbaiki sifat fisik dan kimiawi limbah Saefudin and Safaria 2006.

Biji asam jawa (*Tamarindus indica*) memiliki kandungan polisakarida dan tannin yang merupakan koagulan alami yang lebih ramah lingkungan, bila dibandingkan dengan koagulan organik dan anorganik lainnya untuk pengolahan air limbah Poerwanto, Hadisantoso, and Isnaini 2015.

Kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) merupakan tanaman yang cukup banyak didistribusikan di berbagai negara di dunia dengan kandungan protein yang mendominasinya. Kacang merah memiliki kadar protein yang tinggi berkisar 24 g/100 g, meliputi asam folat, asam glutamat, asam aspartat, lysine, leucine, arginin, serine, prolin, glicin, dan masih banyak lagi Suknia and Rahmani 2020.

3. Metode Penelitian

3.1 Desain Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan pendekatan yang dilakukan adalah pendekatan kuantitatif. Desain penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini dilakukan mulai dari bulan Februari sampai Maret 2022 bertempat di Laboratorium Pendidikan Biologi Institut Pendidikan Indonesia (IPI) Garut dan Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup Garut.

3.2 Material

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kelor (*Moringa oleifera*), biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.), biji kacang babi (*Vicia faba*), dan biji kacang merah (*Phaseolus vulgaris*), n-heksan, air sumur yang mempunyai tingkat kekeruhan tinggi, aquadest, kertas saring, HCl, dan NaOH. Alat yang digunakan adalah alat maserasi, labu erlenmeyer, DO meter, Turbidimeter, PH meter, thermometer, neraca analitik, ayakan 100 mesh, magnetic stirrer, oven, gelas kimia, mortar dan alu, gelas ukur, jirigen, cawan petri, batang pengaduk, pipet tetes, dan corong Harborne 1987.

Pembuatan Larutan Induk Koagulan dengan cara biji polong-polongan yang sudah tua dicuci bersih dengan air mengalir. Kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari selama \pm 48 jam dan dihancurkan dengan blender sampai menjadi serbuk halus dan digerus kembali dengan mortar dan alu untuk mendapatkan ukuran serbuk yang diinginkan. Serbuk diayak dengan ayakan 100 mesh. Setelah itu serbuk dimaserasi dengan cara direndam larutan n-heksan selama 1 x 24 jam untuk menghilangkan metabolit sekunder. Serbuk biji disaring menggunakan kertas saring dan dikeringkan dengan dioven sampai berat konstan selama \pm 30 menit. Serbuk yang sudah dimaserasi kemudian dibuat larutan induk biji koagulan 5% yang dilarutkan dengan aquadest 100 mL.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik yang digunakan dalam mengumpulkan data adalah dengan cara mengukur parameter yang diteliti, yaitu nilai DO (Disolve Oxygen) dengan menggunakan DO Meter, pH dengan menggunakan pH Meter, temperatur, persentase penurunan turbiditas (kekeruhan) dengan menggunakan Turbidimeter, dan waktu penggumpalan pada air keruh dengan beberapa perlakuan. Setelah memperoleh larutan induk biji koagulan, dilakukan terlebih dahulu pengukuran awal pada sampel air sumur keruh. Sebanyak 10 mL larutan induk koagulan 5% ditambahkan ke dalam sampel air sumur. Kemudian dilakukan pengukuran terhadap parameter pH. Dilakukan tahap flokulasi dengan cara pengadukan cepat dan lambat dengan magnetic stirer selama 30 menit. Setelah flokulasi, sampel dibiarkan selama 2 jam disertai diperhatikan sampai terjadi penggumpalan. Pengukuran akhir meliputi suhu, DO dan Turbiditas.

3.4 Analisis Data

Efektivitas kemampuan koagulasi dari tiap koagulan biji tanaman yang dihasilkan dapat dihitung persentase penurunan turbiditas dengan rumus berikut (Ariati dan Ratnayani, 2017):

$$\frac{[NTU_{awal} - NTU_{akhir}] \times 100\%}{NTU_{awal}} \quad (1)$$

Persentase penurunan turbiditas tertinggi menunjukkan serbuk biji tanaman paling potensial sebagai koagulan alami. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara statistik menggunakan SPSS meliputi uji normalitas data dengan uji Liliefors, dan ANOVA (Analysis of Variance). Apabila hasil uji ANOVA menunjukkan adanya perbedaan, diuji lanjut dengan menggunakan Uji lanjut ANOVA atau uji Scheffe pada taraf 5% yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan.

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan pada Gambar 1 (Figure 1), perbandingan kemampuan koagulasi dari beberapa biji polong-polongan (Famili Fabaceae) dapat diketahui bahwa biji Kelor (*Moringa oleifera*), biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.), dan biji kacang merah (*Phaseolus vulgaris*) mempunyai kemampuan koagulasi pada kualitas air.

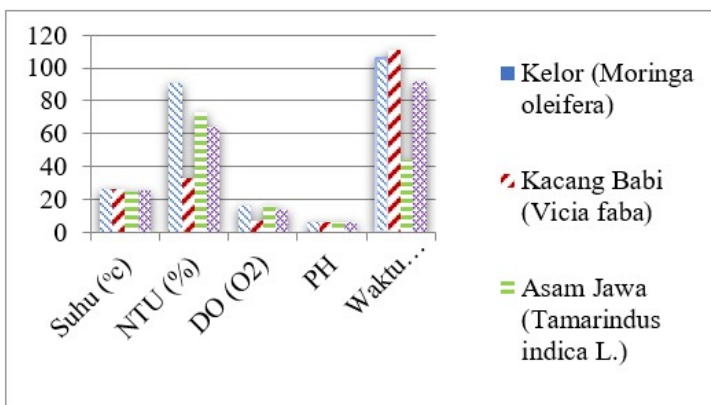


Figure 1. Kemampuan Koagulasi dari Beberapa Biji Polong-Polongan (Famili Fabaceae) pada Air Sumur Keruh

Table 1. Data Hasil Pengamatan pada Kontrol (Tanpa Perlakuan)

Parameter	Suhu	NTU	DO	pH
Kontrol	24.8	0.27	15.64	6.04
	24.4	0.17	16.40	6.02
	24.5	0.20	11.37	6.03
	23.0	0.27	18.97	6.02
	24.0	0.36	13.49	6.03
Rata-rata	24.14	0.25	15.17	6.03

4.1 Keekeruhan (Turbidity)

Berdasarkan data tersebut nilai rata-rata penurunan keekeruhan pada air sumur keruh paling tinggi adalah perlakuan pada biji kelor (*Moringa oleifera*) dengan rata-rata penurunan turbiditas atau keekeruhan sebesar 90,75% dengan nilai rata-rata 5,34 NTU yang setara dengan angka keekeruhan pada air bersih (perlakuan kontrol) dengan angka keekeruhan 0,25 NTU atau di bawah 5 NTU sesuai dengan standar baku keekeruhan berdasarkan Permenkes No.32 Tahun 2017.

Table 2. Data Hasil Penelitian Indikator Keekeruhan (NTU)

Sampel	NTU _{awai}	NTU _{akhir}	Penurunan Turbiditas (%)
Kelor (<i>moringa oleifera</i>)	58	4,99	91,4
	58	3,4	94,14
	58	7,0	87,93
	58	3,74	93,55
	58	7,7	86,72
Rata-rata (%)		5,34	90,75
Kacang Babin (<i>Vicia faba</i>)	58	31,7	45,34
	58	34,5	40,52
	58	50,6	12,76
	58	53,2	8,28
	58	24,7	57,41
Rata-rata (%)		38,94	32,86
5*Asam Jawa (<i>Tamarindus indica L.</i>)	58	16,8	71,03
	58	16,6	71,38
	58	14,8	74,48
	58	14,9	74,31
	58	15,6	73,1
Rata-rata (%)		15,74	72,86
Kacang Merah (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	58	24,7	57,41
	58	15	74,14
	58	31,6	45,52
	58	21	63,79
	58	13,4	76,90
Rata-rata (%)		21,14	63,55

Kemampuan dari biji-bijian tersebut dalam menurunkan nilai keekeruhan air sumur yang sangat tergantung pada kandungan protein yang kaya asam amino kationik dalam rantai penyusunnya.

Kandungan asam amino kationik pada setiap biji-bijian berbeda, sehingga kemampuan untuk menetralkan partikel-partikel koloid pun berbeda yang menyebabkan kemampuan dari setiap biji dalam menurunkan nilai kekeruhan berbeda Yuliastri *et al.* 2010.

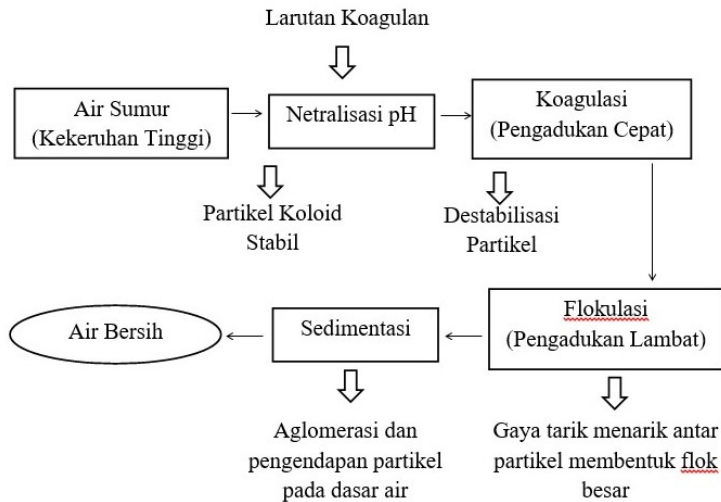


Figure 2. Mekanisme Proses Koagulasi

Protein yang larut dalam air akan menghasilkan protein larut air bermuatan positif yang bersifat seperti polielektrolit tawar dan merupakan polimer yang dapat mengikat partikel koloid dan membentuk flok yang dapat mengendap. Penambahan larutan koagulan mengakibatkan terjadinya gaya tarik menarik antara koloid dalam air sumur yang bermuatan negatif dengan koagulan yang bersifat polielektrolit kationik. Sehingga kation pada ujung rantai karbon bereaksi untuk megikat muatan negatif pada koloid (Ariati dan Ratnayani, 2017).

Lehninger menambahkan bahwa pada prinsipnya dengan pengadukan cepat akan meningkatkan penambahan muatan listrik, sehingga partikel stabil dalam koloid akan pecah (destabilisasi partikel). Adanya aktivitas asam amino kationik yang mampu mengabsorpsi dan membentuk ikatan antar partikel air keruh dan asam amino kationik sehingga terbentuk ikatan stabil yang mengendap Poedjadi and Supriyanti 1994. Pengadukan lambat atau flokulasi sebagai proses untuk membentuk flok yang pada dasarnya partikel-partikel koloid dalam air sumur dan koagulan alami akan mengelompok atau aglomerasi. Sehingga pada saat dilakukan pengadukan lambat terjadi penggabungan beberapa partikel menjadi flok yang berukuran besar.

4.2 Dissolve Oxygen (DO)

Pada pemberian larutan induk koagulan dari biji kelor (*Moringa oleifera*), biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.), dan biji kacang merah (*Phaseolus vulgaris*) menunjukkan bahwa nilai DO mengalami kenaikan yang signifikan dengan kontrol (air bersih tanpa pemberian larutan induk koagulan). Adapun nilai kenaikan DO tersebut menandakan kualitas air semakin bagus dan layak untuk digunakan. Sedangkan untuk pemberian biji kacang babi (*Vicia faba*) data yang diperoleh tidak menunjukkan kenaikan yang signifikan bahkan nilai DO tetap yang menandakan kualitas air masih termasuk ke dalam kualitas rendah. Sumber utama oksigen dalam air berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas.

Kenaikan nilai DO (Dissolve Oxygen) pada air sumur yang telah ditambahkan larutan induk koagulan disebabkan oleh adanya proses difusi air dengan udara. Pada saat melakukan pengadukan dengan magnetic stirrer selama ± 30 menit pada air sumur menyebabkan difusi udara terjadi semakin

Table 3. Data Hasil Penelitian Indikator DO (Disolve Oxygen), Suhu, pH, dan Waktu Penggumpalan

Sampel	Do(i)	Do(f)	Suhu (i)	Suhu (f)	pH(i)	pH(f)	Waktu Penggumpalan
Kelor (<i>Moringa oleifera</i>)	1,4	16,74	25,6	26,7	6,03	6,06	103 menit
	1,13	17,07	25,5	26,4	6,03	6,07	110 menit
	2,64	16,87	25,5	26,3	6,04	6,04	90 menit
	2,37	14,1	25,6	26,3	6,03	6,06	120 menit
	2,87	17,55	25,6	26,3	6,03	6,06	107 menit
Rata-rata	2,08	16,47	25,56	26,40	6,03	6,06	106 menit
Kacang Babi (<i>Vicia faba</i>)	2,87	9,18	25,8	25,9	6,06	6,05	103 menit
	2,45	7,4	26,1	26,3	6,05	6,06	112 menit
	1,64	2,89	25,5	25,7	6,06	6,07	116 menit
	1,86	4,46	25,6	25,9	6,04	6,06	123 menit
	3,03	11,58	26,2	26,7	6,05	6,07	101 menit
Rata-rata	2,37	7,10	25,84	26,10	6,05	6,06	111 menit
Asam Jawa (<i>Tamarindus indica</i> L.)	4,56	19,87	25,5	25,6	6,04	6,06	26 menit
	3,43	13,78	25,9	24,9	6,07	6,02	39 menit
	4,41	17,24	24,0	24,4	6,04	6,00	51 menit
	4,42	17	24,1	24,5	6,04	6,05	50 menit
	1,73	14,3	23,5	24	6,04	6,07	53 menit
Rata-rata	3,71	16,44	24,60	24,68	6,05	6,04	43,8 menit
Kacang Merah (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	2,54	13,9	23,5	24,9	6,04	6,05	80 menit
	5,26	15,76	24,6	26,7	6,04	6,06	108 menit
	4,43	9,2	24,1	25,9	6,03	6,02	74 menit
	3,03	12,8	23,8	25,2	6,02	6,04	101 menit
	2,57	14,9	23,9	24,0	6,02	6,05	95 menit
Rata-rata	3,57	13,31	23,98	25,34	6,03	6,04	91,6 menit

cepat dan menyebabkan oksigen dalam air bertambah yang berasal dari udara bebas. Terbentuknya flok juga mengakibatkan partikel atau bahan tercemar dalam air ikut terendapkan sehingga kekeruhan berkurang yang mengakibatkan oksigen terlarut semakin banyak. Kenaikan juga dipengaruhi oleh suhu ketika air dibiarkan selama 2 jam di suhu ruang. Dengan adanya suhu ruang tersebut menandakan bahwa semakin rendah suhu permukaan maka oksigen terlarut akan semakin tinggi Salmin 2005.

4.3 Suhu

Parameter suhu yang diukur dalam penelitian sebelumnya memiliki nilai rata-rata (23- 25)^oC kemudian mengalami kenaikan mendekati nilai suhu pada perlakuan kontrol atau tanpa perlakuan yang mempunyai nilai suhu 24^oC. Menurut Rosyidah, Perubahan suhu berpengaruh pada proses fisika, kimia, dan biologi Rosyidah 2008. Suhu air merupakan parameter fisik yang dapat memengaruhi kehidupan biota yang berkaitan dengan kelarutan oksigen, kecepatan metabolisme dan respirasi, serta kecepatan degradasi bahan tercemar. Selain itu, peningkatan suhu menyebabkan penurunan kelarutan gas dalam air O₂, CO₂, N₂, dan CH₄ serta terjadinya peningkatan kecepatan metabolisme dan konsumsi oksigen juga dekomposisi bahan organik oleh mikroba. Penambahan biji polong-polongan akan bereaksi dengan air sumur dengan dilakukan pengadukan yang menyebabkan dekomposisi bahan organik dan peningkatan kecepatan degradasi bahan tercemar. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya penurunan gas terlarut dalam air sehingga suhu air mengalami peningkatan.

4.4 Derajat Keasaman (pH)

Berdasarkan data penelitian terdapat perubahan nilai derajat keasaman setelah diberikan perlakuan larutan koagulan dari biji polong-polongan yang rata-rata menunjukkan kenaikan pada nilai pH. Naiknya pH menjadi sekitar 6 disebabkan oleh adanya bahan aktif yang terkandung dalam biji kelor, kacang babi, asam jawa, dan kacang merah yaitu adanya kandungan senyawa tanin. Menurut Rao (2005, dalam Rosyidah, 2008), tanin pada biji-bijian dapat mengikat ion-ion di dalam air. Sifat tanin dapat mengikat ion-ion dan menetralkan pH air. Hal tersebut terjadi karena tanin mampu menetralkan asam dan membentuk senyawa kompleks dengan protein melalui kekuatan no-spesifik seperti ikatan hidrogen.

Berdasarkan hasil analisis statistik dengan uji ANAVA tentang kemampuan koagulasi dari beberapa biji polong-polongan (Famili Fabaceae) terhadap air, diperoleh data yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata tentang kemampuan koagulasi dari beberapa biji. Namun pH pada air sumur yang telah diberikan larutan koagulan setara dengan air bersih (kontrol) yang berada pada pH 6.

4.5 Waktu Penggumpalan

Waktu penggumpalan adalah waktu optimum yang dibutuhkan dari setiap biji untuk melakukan proses koagulasi secara sempurna. Perbedaan waktu tersebut disebabkan oleh kandungan dari protein atau asam amino kationik dalam proses tarik menarik antarpartikel dan tumbukan ion bermuatan untuk membentuk flok atau endapan. Peneliti menyatakan bahwa semakin besar kandungan asam yang terdapat pada ekstrak yang dicampurkan, maka semakin cepat larutan tersebut akan menggumpal. Waktu menggumpal yang paling cepat adalah biji asam jawa dengan waktu rata-rata 43,8 menit Ali, Sihombing, and Fauzi 2010. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada biji asam jawa, kandungan asam amino kationik yang bermuatan positif lebih besar dari pada biji kelor, kacang babi, dan kacang merah. Kandungan asam amino yang tinggi menyebabkan larutan koagulan lebih asam sehingga proses koagulasi atau penggumpalan dimana terjadinya gaya tarik menarik antar partikel bermuatan lebih cepat.

5. Kesimpulan dan saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai perbandingan kemampuan koagulasi dari beberapa biji polong-polongan (Famili Fabaceae), dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kemampuan koagulasi dari biji kelor (*Moringa oleifera*) terhadap kualitas air mampu menurunkan kadar kekeruhan sebesar 90,75%, penambahan DO 16,47 dengan suhu 26,4 °C, pH 6,06, dan waktu penggumpalan 106 menit.
2. Kemampuan koagulasi dari biji Kacang babi (*Vicia faba*) terhadap kualitas air mampu menurunkan kadar kekeruhan sebesar 32,86%, penambahan DO 7,10 dengan suhu 26,1°C, pH 6,06, dan waktu penggumpalan 111 menit.
3. Kemampuan koagulasi dari biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) terhadap kualitas air mampu menurunkan kadar kekeruhan sebesar 72,86%, penambahan DO 16,44 dengan suhu 24,68°C , pH 6,04, dan waktu penggumpalan 43,8 menit.
4. Kemampuan koagulasi dari biji kacang merah (*Phaseolus vulgaris*) terhadap kualitas air mampu menurunkan kadar kekeruhan sebesar 63,55%, penambahan DO 13,31 dengan suhu 25,34°C, pH 6,04, dan waktu penggumpalan 91,6 menit.
5. Terdapat perbedaan kemampuan koagulasi dari beberapa biji polong-polongan (Famili Fabaceae) terhadap kualitas air. Biji kelor (*Moringa oleifera*) mempunyai kemampuan koagulasi sebesar 90,75%, biji kacang babi (*Vicia faba*) 32,86%, biji asam jawa (*Tamarindus indica* L.) 72,86%, dan biji kacang merah (*Phaseolus vulgaris*) 63,55%.

6. Biji yang mempunyai kemampuan koagulasi paling efektif dan efisien dalam proses penjernihan air adalah biji kelor (*Moringa oleifera*), akan tetapi dilihat dari aspek ekonomis, biji asam jawa dan biji kacang merah memiliki harga yang lebih murah dan mudah dijumpai di setiap daerah.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan biji kacang babi (*Vicia faba*) dan kacang merah (*Phaseolus vulgaris*) dan perlu dilakukan penambahan biji sebagai biokoagulan pada air sumur.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Ali, Farida, Arta Sihombing, and Ahmad Fauzi. 2010. Koagulasi lateks dengan ekstrak gadung (*dioscorea hispida* dennts). *Jurnal Teknik Kimia* 17 (3).
- Ariati, Ni Komang. 2017. Skrining potensi jenis biji polong-polongan (famili fabaceae) dan biji labu-labuan (famili cucurbitaceae) sebagai koagulan alami pengganti tawas. *Jurnal Kimia (Journal Of Chemistry)*.
- Damayati, Dwi Santy, Andi Susilawaty, and Hastuti Indriani. 2016. Peningkatan kualitas air sumur gali pada parameter mangan (mn), besi (fe) dan coliform dengan pemanfaatan biji asam (*tamarindus indica*) dan biji kelor (*moringa oleifera*) di pesantren tahfizul Qur'an al-imam ashim. *Al-Sihah: The Public Health Science Journal*.
- Harborne, Jeffrey Barry. 1987. Metode fitokimia: penuntun cara modern menganalisis tumbuhan. *Bandung: Penerbit ITB* 78.
- Poedjadi, Anna, and FM Titin Supriyanti. 1994. Dasar-dasar biokimia. *Jakarta: Universitas Indonesia*.
- Poerwanto, Dyah Dwi, Eko Prabowo Hadisantoso, and Soehartini Isnaini. 2015. Pemanfaatan biji asam jawa (*tamarindus indica*) sebagai koagulan alami dalam pengolahan limbah cair industri farmasi. *al Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan* 2 (1): 24–29.
- Purnamasari, Riska Devi, Ani Iryani, and Tri Aminingsih. 2016. *Pemanfaatan kacang babi (vicia faba) dan biji asam jawa (tamarindus indica l) sebagai koagulan alami pada proses perbaikan kualitas air*.
- Risdianto, Dian. 2007. Optimisasi proses koagulasi flokulasi untuk pengolahan air limbah industri jamu (studi kasus pt. sido muncul). *Magister Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang*.
- Rosyidah, Cicik. 2008. Uji dosis serbuk biji asam jawa (*tamarindus indica*) sebagai biokoagulan terhadap kualitas air ditinjau dari aspek fisik, kimia, dan bakteriologi. PhD diss., Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Saefudin, Miranti Aryani, and Tina Safaria. 2006. Efektivitas biokoagulan kacang babi (*vicia faba*) dalam memperbaiki sifat fisik dan kimiawi limbah cair dan industri pulp dan kertas. *Laporan Penelitian*.
- Salmin, S. 2005. Oksigen terlarut (do) dan kebutuhan oksigen biologi (bod) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. *Oseana* 30 (3): 21–26.
- Sugihartono, Sugihartono. 2014. Utilization of gelatin derivated from bovine skin waste as renewable flocculants for water treatment application. In *Prosiding seminar nasional kulit, karet dan plastik*, vol. 3. 1.
- Suknia, Septi Lailia, and Tara Puri Ducha Rahmani. 2020. Proses pembuatan tempe home industry berbahan dasar kedelai (*glycine max (l.) merr*) dan kacang merah (*phaseolus vulgaris l.*) di candiyesi, salatiga. *Southeast Asian Journal of Islamic Education* 3 (1): 59–76.
- Yulistri, Indra Rani, et al. 2010. Penggunaan serbuk biji kelor (*moringa oleifera*) sebagai koagulan dan flokulan dalam perbaikan kualitas air limbah dan air tanah.